

PENATAAN SISTEM DRAINASE DI KOMPLEKS PERUMAHAN MARCO DUTA KELURAHAN RANOMUUT KEC. PAAL DUA KOTA MANADO

Urgent Valensky Hutabarat

Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: urgenthutabarat@gmail.com

ABSTRAK

Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2 memiliki permasalahan yang disebabkan oleh kurangnya kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air yang ada. Saluran yang ada juga tidak tersambung/terputus dengan saluran lainnya. Di beberapa tempat tidak memiliki saluran drainase sehingga mengakibatkan terjadinya genangan pada ruas jalan.

Dalam penelitian ini analisis yang digunakan meliputi analisis hidrologi dengan menggunakan distribusi Log-Pearson III untuk menentukan besaran variabel hidrologi pada periode ulang tertentu dan perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe. Debit rencana menggunakan metode rasional. Analisis hidraulika untuk menghitung kapasitas debit saluran eksisting dan saluran rencana menggunakan rumus Manning. Kedua hasil ini dibandingkan ($Q_{kaps} > Q_{renc}$) untuk melihat daya tampung dari setiap ruas saluran.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh 36 ruas saluran eksisting dari 124 ruas saluran eksisting tidak mampu menampung debit air hujan dengan kala ulang 10 tahun, diperlukan perubahan dimensi saluran. Perlu penambahan 6 ruas saluran baru pada daerah yang belum memiliki saluran drainase.

Kata kunci: Marco Duta, Sistem Drainase, Analisis Hidrologi, Debit Rencana

PENDAHULUAN

Latar belakang

Pada setiap perkotaan dibutuhkan sistem drainase untuk pembuangan massa air secara alami maupun buatan, sehingga air dapat mengalir dengan baik dan tidak menimbulkan masalah banjir ataupun genangan di daerah perkotaan itu sendiri.

Kecamatan Paal 2 Kota Manado terdapat beberapa sarana publik yang penting seperti gedung sekolah, puskesmas, rumah ibadah, hingga pasar tradisional dan. Hal ini mendukung Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2 sebagai salah satu daerah strategis yang berpengaruh terhadap perkembangan Kota Manado.

Dari hasil survei lapangan ketika hujan sistem drainase di Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2 memiliki permasalahan dalam mengalirkan debit air yang ada.

Terdapat saluran yang tidak tersambung/terputus dengan saluran lainnya. Di beberapa tempat tidak memiliki saluran drainase. Kurang terawat/tidak terpeliharanya saluran-saluran drainase tersebut sehingga menyebabkan terjadinya genangan air pada beberapa ruas jalan di Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2.

Oleh karena itu perlu adanya penataan kembali jaringan sistem drainase di Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2, agar sistem drainase dapat berfungsi dengan baik, sehingga mengurangi genangan dan segala akibat lainnya.

Rumusan Masalah

Terjadinya genangan di beberapa ruas jalan Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2 yang mengganggu aktifitas masyarakat serta merusak konstruksi jalan.

Batasan Masalah

- Perencanaan sistem drainase hanya dibatasi sampai dimensi hidraulis,
- Perhitungan konstruksi prasarana tidak dibahas,
- Lokasi perencanaan hanya di sekitar Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- Mengidentifikasi masalah pada sistem drainase di Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2.
- Membuat perencanaan sistem drainase Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2.
- Mendapatkan dimensi saluran yang tepat.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan solusi terkait masalah drainase di Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2.

LANDASAN TEORI

Sistem Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris “*drainage*” yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, atau membuang air. Drainase juga dapat diartikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Data Curah Hujan

Curah hujan adalah tinggi atau tebalnya hujan dalam jangka waktu tertentu (lamanya pengamatan) yang dinyatakan dalam satuan mm. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi untuk suatu perencanaan drainase perkotaan minimal 10 tahun pengamatan yang diperoleh dari stasiun pencatat curah hujan terdekat di lokasi perencanaan. Apabila data yang ada kurang dari 10 tahun, diupayakan melengkapinya dengan data dari stasiun lainnya yang terdekat.

Parameter Statistik

Untuk menyelidiki susunan data kuantitatif dari sebuah variabel statistik, maka akan sangat membantu apabila kita mendefinisikan ukuran-ukuran numerik yang menjadi ciri data tersebut. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data (Soewarno, 1995).

Parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

- a. *Mean*
- b. Simpangan Baku (S)
- c. Koefisien Variasi (Cv)
- d. Koefisien *Skewness* (Cs)
- e. Pengukuran Kurtosis (Ck)

Uji Data Outlier

Data *outlier* adalah data yang secara statistik menyimpang jauh dari kumpulan datanya. Uji data *outlier* gunanya untuk mencari data curah hujan yang ada, apakah ada data yang menyimpang jauh dari kumpulan datanya. Berikut ini adalah syarat untuk pengujian data *outlier* berdasarkan koefisien skewness ($C_{s_{log}}$).

- Jika $C_{s_{log}} \geq 0,4$ maka: uji *outlier* tinggi, koreksi data, uji *outlier* rendah, koreksi data.
- Jika $C_{s_{log}} \leq -0,4$ maka: uji *outlier* rendah, koreksi data, uji *outlier* tinggi, koreksi data.
- Jika $-0,4 < C_{s_{log}} < 0,4$, maka: uji data *outlier* tinggi dan rendah, koreksi data.

Jika terdapat data *outlier*, maka data tersebut sebaiknya disesuaikan, dengan mengambil batas atas atau batas bawah sebagai acuan. Data yang telah disesuaikan siap untuk digunakan.

Analisis Distribusi Peluang

Analisis distribusi peluang adalah menentukan besaran variabel hidrologi pada periode ulang tertentu. Analisis curah hujan yang ada harus sesuai dengan tipe distribusi datanya. Metode-metode distribusi yang umumnya dipakai adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log - Normal
3. Distribusi Gumbel
4. Distribusi Log Pearson III

Pearson telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep melatarbelakangi pemakaian distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori. Distribusi ini masih tetap dipakai karena fleksibilitasnya. (Suripin, 2004)

Tiga parameter penting dalam Log-Person III :

1. Harga rata – rata (\bar{x})
2. Simpangan baku (S_{log})
3. Koefisien kemencengan ($C_{S_{log}}$)

Pemilihan Tipe Distribusi

Setiap tipe distribusi memiliki sifat yang khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat masing-masing tipe distribusi tersebut. Tipe distribusi yang sesuai dapat diketahui berdasarkan parameter-parameter statistik data pengamatan. Hal ini dilakukan dengan melakukan tinjauan terhadap syarat batas parameter statistik tiap distribusi dengan parameter data pengamatan.

Secara teoritis langkah awal penentuan tipe distribusi dapat dilihat dari parameter-parameter statistik data pengamatan lapangan. Parameter-parameter yang dilakukan adalah C_s, C_v , dan C_k . Kriteria pemilihan untuk tipe-tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut :

- a. Tipe distribusi normal.
 $C_s = 0$; atau kecil sekali
- b. Tipe distribusi log normal.
 $C_s = 3 C_v$
- c. Tipe distribusi Gumbel.
 $C_s = 1,14$
 $C_k = 5,40$

Bila kriteria 3 sebaran diatas tidak memenuhi, maka akan dicoba cara grafis dengan menggunakan sebaran data:

- d. Tipe distribusi Pearson III.
- e. Tipe distribusi Log-Pearson III.

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan yang berbeda-beda disebabkan lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan diperoleh dengan melakukan analisis data

curah hujan, baik secara statistik maupun secara empiris. Analisis intensitas curah hujan diperoleh dari data hujan yang pernah terjadi.

Periode Ulang

Periode Ulang adalah hujan dengan jangka waktu tertentu dan intensitas tertentu dianggap bisa terjadi atau kemungkinan terjadinya satu kali dalam batas period yang ditetapkan (Lengkong, 2018).

Acuan yang dapat digunakan antara lain standar periode ulang berdasarkan tipologi kota yang ditetapkan oleh Direktorat PLP Departemen PU, ataupun standar perencanaan drainase yang diberlakukan di propinsi Sulawesi Utara melalui Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT).

Tabel 1. Periode ulang (*return period*) perencanaan drainase perkotaan

Tipologi Kota	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 – 100	101 – 500	> 500
Metropolitan	2 Th	2-5 Th	5-10 Th	10-25 Th
Besar	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-20 Th
Sedang	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-10 Th
Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2-5 Th

Sumber: Direktorat PLP Dept PU,2012

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari satu titik terjauh dalam *catchment area* sampai pada titik yang ditinjau (titik kontrol). Untuk saluran air hujan perkotaan, waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan limpasan permukaan untuk mencapai saluran terdekat (T_L) dan waktu pengaliran dalam saluran (T_s).

Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional, sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A_{dps}$$

Keterangan :

- Q = Debit rencana (m^3/det)
C = Koefisien pengaliran

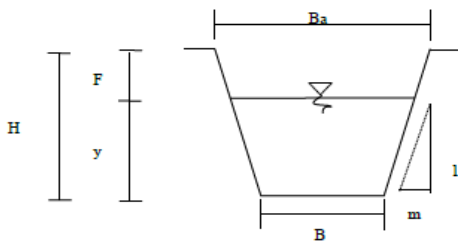
I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
 A_{dsp} = Luas daerah pelayanan saluran (Catchment area) (km²)

Analisa Hidrolika

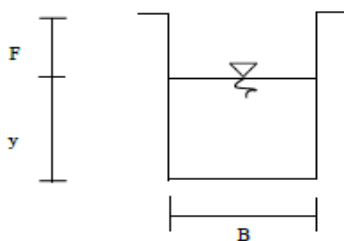
Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidrolika dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkap-pelengkapnya. Dalam menentukan besaran dimensi saluran drainase, perlu diperhitungkan kriteria-kriteria perencanaan berdasarkan kaidah-kaidah hidrolika.

Penampang Hidraulis Saluran

- Penampang berbentuk trapesium

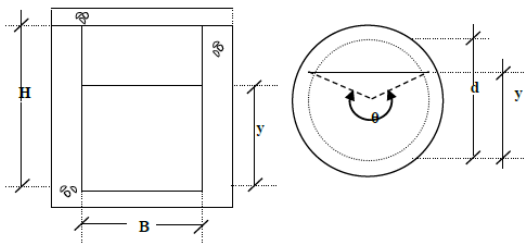


- Penampang Persegi



Perencanaan Gorong-gorong

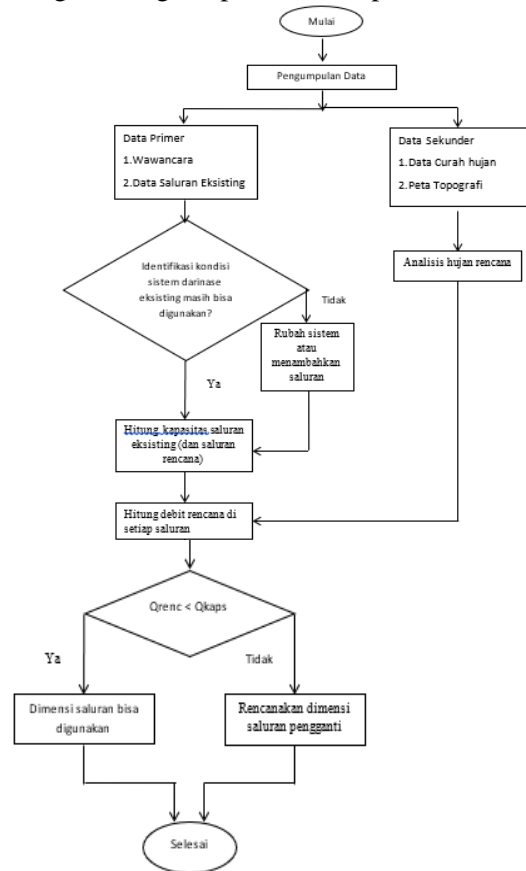
Gorong-gorong merupakan salah satu bangunan pelengkap dalam sistem drainase. Gorong-gorong adalah sarana penyeberangan aliran air apabila di atasnya terdapat jalan atau pelintasan. Gorong-gorong dapat berbentuk lingkaran atau berbentuk segi empat dengan pelat beton di atasnya sebagai penutup dan penahan dari jalan raya.



Bentuk Segi Empat Bentuk Lingkaran

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian:



ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Permasalahan Genangan dan Sistem Drainase

Berdasarkan hasil survei dan wawancara yang telah dilakukan di lokasi penelitian Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2 Kota Manado didapati kondisi eksisting drainase yang kurang baik, diantaranya:

- Terjadinya pendangkalan saluran
- Tidak adanya saluran drainase dan gorong-gorong di beberapa titik

Selain kondisi eksisting yang kurang baik tersebut, adapun beberapa titik yang merupakan lokasi genangan yang sering terjadi di kawasan tersebut.

Analisis Hidrologi

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang diambil dari Stasiun Sawangan, Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. Jumlah data yang dipakai dalam menganalisis hidrologi ini berjumlah 10 data, selama 10 tahun pengamatan yaitu dari tahun 2008 sampai dengan 2017.

Tabel 2 . Curah hujan harian maksimum di stasiun iklim

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maks (mm)
1	2008	130,8
2	2009	100,3
3	2010	123
4	2011	120,3
5	2012	110
6	2013	180,4
7	2014	170,7
8	2015	90
9	2016	90,7
10	2017	180

Uji Data Outlier

Pengujian data outlier dimulai dengan menghitung nilai-nilai parameter statistik, nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien kemencengan (*skewness*) dari data yang ada dan data pengamatan diubah dalam nilai log. Pengujian data outlier untuk daerah pengamatan di Kompleks Perumahan Marco Duta Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal 2 Kota Manado sebagai berikut :

Tabel 3 Analisa data outlier

M	xi (mm)	log xi	(log xi-log x̄)	(log xi-log x̄) ²	(log xi-log x̄) ³	(log xi-log x̄) ⁴
1	90	1,954243	-0,144263936	0,020812083	-0,003002433	0,000433143
2	90,7	1,957607	-0,140899159	0,019852573	-0,002797211	0,000394125
3	100,3	2,001301	-0,097205513	0,009448912	-0,000918486	8,92819E-05
4	110	2,041393	-0,057113761	0,003261982	-0,000186304	1,06405E-05
5	120,3	2,080266	-0,018240818	0,000332727	-6,06922E-06	1,10708E-07
6	123	2,089905	-0,008601334	7,3983E-05	-6,36352E-07	5,47348E-09
7	130,8	2,116608	0,018101298	0,000327657	5,93102E-06	1,07359E-07
8	170,7	2,232234	0,133727075	0,017882931	0,002391432	0,000319799
9	180	2,255273	0,156766059	0,024575597	0,00385262	0,00060396
10	180,4	2,256237	0,157730088	0,024878781	0,003924132	0,000618954
Σ	1296,2	20,98506	-8,88178E-16	0,121447226	0,003262975	0,002470126
(x̄)	129,62	2,098506				

a. Nilai rata-rata

$$\log \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x_i = \frac{20,98506}{10} = 2,098506$$

b. Standar deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{0,121447226}{10-1}} = 0,1161616$$

c. Koefisien kemencengan (*Skewness*)

$$C_{S_{\log}} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times 0,003262975}{9 \times 8 \times (0,1161616)^3} = 0,2891302248$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh $-0,4 \leq C_{S_{\log}} \leq 0,4$ maka dilakukan uji outlier tinggi dan rendah sekaligus.

▪ Uji outlier tinggi

$$\log X_h = \log \bar{x} + K_n S_{\log}$$

$$n = 10 \rightarrow K_n = 2,036$$

(Diambil dari tabel nilai K_n uji data outlier 'Soewarno'.Hidrologi)

$$\log X_h = 2,098506 + (2,036 \times 0,1161616) = 2,33502$$

$$X_h = 216,28026 \text{ mm}$$

Data curah hujan tertinggi yang ada adalah 180,4 mm sedangkan syarat tertinggi uji outlier tinggi diperoleh 216,28026 mm jadi tidak terdapat data outlier tinggi. Maka masih menggunakan data yang tetap

▪ Uji outlier rendah

$$\log X_l = \log \bar{x} - K_n S_{\log}$$

$$n = 10 \rightarrow K_n = 2,036$$

(Diambil dari tabel nilai K_n uji data outlier 'Soewarno'.Hidrologi)

$$\log X_l = 2,098506 - (2,036 \times 0,1161616) = 1,86200$$

$$X_l = 72,77731 \text{ mm}$$

Data curah hujan terendah yang ada adalah 90 mm sedangkan syarat terendah uji outlier rendah diperoleh 72,77731 mm jadi tidak terdapat data outlier rendah. Maka masih menggunakan data yang tetap.

Parameter Statistik

Dari data pengamatan dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai-nilai parameter statistik untuk mengetahui tipe distribusi yang akan digunakan nantinya. Nilai-nilai parameter statistik seperti berikut:

1. Rata-rata (*Mean*)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1296,2}{10} =$$

$$129,62000 \text{ mm}$$

2. Standar deviasi (Simpangan Baku)

Tabel 4. Perhitungan Parameter Statistik data Pengamatan

M	xi (mm)	log xi	(log xi - log x̄)	(log xi - log x̄) ²	(log xi - log x̄) ³	(log xi - log x̄) ⁴	(xi - x̄)	(xi - x̄) ²	(xi - x̄) ³	(xi - x̄) ⁴
1	90	1,954243	-0,144263936	0,020812083	-0,003002433	0,000433143	-39,62	1569,7444	-62193,27313	2464097,481
2	90,7	1,957607	-0,140899159	0,019852573	-0,002797211	0,000394125	-38,92	1514,7664	-58954,70829	2294517,247
3	100,3	2,001301	-0,097205513	0,009448912	-0,000918486	8,92819E-05	-29,32	859,6624	-25205,30157	739019,442
4	110	2,041393	-0,057113761	0,003261982	-0,000186304	1,06405E-05	-19,62	384,9444	-7552,609128	148182,1911
5	120,3	2,080266	-0,018240818	0,000332727	-6,06922E-06	1,10708E-07	-9,32	86,8624	-809,557568	7545,076534
6	123	2,089905	-0,008601334	7,3983E-05	-6,36352E-07	5,47348E-09	-6,62	43,8244	-290,117528	1920,578035
7	130,8	2,116608	0,018101298	0,000327657	5,93102E-06	1,07359E-07	1,18	1,3924	1,643032	1,93877776
8	170,7	2,232234	0,133727075	0,017882931	0,002391432	0,000319799	41,08	1687,5664	69325,22771	2847880,354
9	180	2,255273	0,156766059	0,024575597	0,00385262	0,00060396	50,38	2538,1444	127871,7149	6442176,995
10	180,4	2,256237	0,157730088	0,024878781	0,003924132	0,000618954	50,78	2578,6084	130941,7346	6649221,281
Σ	1296,2	20,98506	-8,88178E-16	0,121447226	0,003262975	0,002470126	0,00000	11265,51600	173134,75296	21594562,58452
(x̄)	129,62	2,098506								

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{11265,51600}{10-1}} = 35,37971$$

3. Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*)

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{35,37971}{129,62000} = 0,27295$$

4. Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_s = \frac{10(173134,75296)}{(10-1)(10-2)35,37971^3} = 0,54299$$

5. Koefisien Kurtosis (*Kurtosis Coefficient*)

$$C_k = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

$$C_k = \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)35,37971^4} = \frac{100}{21594562,58452} = 2,73462$$

Bila Kriteria 3 (tiga) sebaran diatas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-Person III.

Pemilihan Distribusi Peluang

Tabel 5 Tinjauan distribusi berdasarkan parameter statistik

No	Tipe distribusi	Syarat parameter statistic	Hasil syarat parameter	Parameter hasil analisis	Keterangan
1	Distribusi Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3	Cs = 0,29428 Ck = 2,43149	Tidak Memenuhi
2	Distribusi Log-Normal	Cs = Cv ³ + 3 Cv Ck = Cv ⁸ + 6 Cv ⁶ + 15 Cv ⁴ + 16 Cv ² + 3	Cs = 4,56038 Ck = 55,10923		Tidak Memenuhi
3	Distribusi Gumbell	Cs ≈ 1,14 Ck ≈ 5,40	Cs ≈ 1,14 Ck ≈ 5,40		Tidak Memenuhi
4	Distribusi Log-Person III	Karena ketiga kriteria tidak ada yang memenuhi maka tipe sebaran ini dianggap mengikuti tipe distribusi Log-Person III.			

Pemilihan Distribusi Peluang

Berdasarkan parameter statistik perkiraan awal tipe distribusi dilakukan dengan melihat syarat-syarat tipe distribusi, yaitu :

1. Distribusi Normal

$$Cs \approx 0 ; Ck \approx 3$$

2. Distribusi Log-Normal

$$Cs \approx Cv^3 + 3 Cv$$

$$Ck \approx Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$$

3. Distribusi Gumbel

$$Cs \approx 1,14$$

$$Ck \approx 5,40$$

Analisis Debit Saluran Eksisting

- *Catchment area*

Catchment area (daerah tangkapan) merupakan luas daerah limpasan yang berpengaruh terhadap suatu saluran. Daerah limpasan ditentukan berdasarkan kemiringan lahan yang bermuara pada saluran tertentu.

- Koefisien pengaliran (C)

Penentuan koefisien pengaliran (C) diperoleh dengan melihat penggunaan lahan pada lokasi perencanaan. Penetapan kepadatan bangunan pemukiman dilakukan dengan melihat kondisi yang ada secara umum. Penetapan koefisien pengaliran (C) merupakan nilai rata-rata

yang dapat mewakili kondisi penggunaan lahan yang ada pada kawasan perencanaan

▪ Debit Limpasan

Perhitungan debit limpasan dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional. Sebagai contoh perhitungan tinjauan diambil pada (saluran 35-33).

- Luas daerah pelayanan saluran (DPS) = 0,0828 km²
- Panjang lintasan aliran di lahan (LI) = 210 m
- Panjang lintasan aliran di saluran (Ls) = 215 m
- Kemiringan lahan = 0,00705814
- Kecepatan rata-rata di saluran = 0,4 m/det
- Waktu konsentrasi
- Waktu konsentrasi di saluran $T_s = \frac{L_s}{60 V} = \frac{215}{60 \times 0,4} = 8,9583$ menit
- Waktu konsentrasi di lahan

$$Tl = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times l \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]$$

$$= \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 210 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,00705814}} \right] = 71,05589 \text{ menit}$$

▪ Waktu konsentrasi total

$$T_c = T_s + Tl = 8,9583 \text{ menit} + 71,05589 \text{ menit} = 80,014 \text{ menit} = 1,3336 \text{ jam}$$

▪ Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi dengan rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{176,5294731}{24} \left(\frac{24}{80,014} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 50,513 \text{ mm/jam}$$

▪ Debit limpasan

$$Q = 0,278 C I A_{dps}$$

$$= 0,278 \times 0,4 \times 50,513 \times 0,0828$$

$$= 0,465088 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 6. Debit Rencana

No	Saluran	Luas DPS (Km2)	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi	Kemiringan Dasar Saluran (S)	Ls	LI	n	Waktu Konsentrasi				C	I	Qlimpasan (m ³ /det)	Qtambahan	Qtotal
									Tl (Mn)	Ts (Mn)	Tc (Mn)	Tc (Jam)					
SUB SISTEM 1																	
1	S (65-64)	0,00312	45,5	0,7152	0,015718681	45,5	14,5	0,013	3,28765233	1,89583	5,183486	0,086391	0,4	313,1583	0,10864839		0,108648391
2	S (63-62)	0,00078	27	0,2651	0,009818519	27	7,15	0,013	2,05120467	1,125	3,176205	0,052937	0,4	434,0831	0,03765063		0,037650631
3	S (62-60)	0,0045	34,5	0,1096	0,003176812	34,5	6,74	0,013	3,39930477	1,4375	4,836805	0,080613	0,4	327,9489	0,16410562	0,03765063	0,201756248
4	S (61-60)	0,0003	16	0,2675	0,01671875	16	30,1	0,013	6,6174479	0,66667	7,284115	0,121402	0,4	249,6092	0,00832696		0,008326965
5	S (58-59)	0,0009	31	0,1042	0,00336129	31	5,26	0,013	2,57904351	1,29167	3,87071	0,064512	0,4	380,468	0,03807723		0,038077233
6	S (58-57)	0,0003	16	0,2154	0,0134625	16	2,41	0,013	0,59044591	0,66667	1,257113	0,020952	0,4	805,2469	0,02686304		0,026863037
7	S (57-56)	0,0009	29	0,1075	0,003706897	29	6,12	0,013	2,85740714	1,20833	4,06574	0,067762	0,4	368,2014	0,03684959	0,13551143	0,172361022
8	S (59-56)	0,0003	14	0,2121	0,01515	14	3,58	0,013	0,82680415	0,58333	1,410137	0,023502	0,4	745,8833	0,02488267	0,24816044	0,273043112
9	S (55-54)	0,0027	32,5	0,4287	0,013190769	32,5	12,5	0,013	3,09386165	1,35417	4,448028	0,074134	0,4	346,7902	0,10412029		0,104120291
10	S (54-53)	0,0312	190	1,026	0,0054	190	50	0,013	19,3418968	7,91667	27,25856	0,454309	0,4	103,5563	0,35928238	0,54952442	0,908806808
11	S (51-52)	0,0045	107	0,1532	0,00431776	107	11,9	0,013	8,93995648	4,45833	13,39829	0,223305	0,4	166,2694	0,0832012		0,083201197
12	S (51-50)	0,0009	31	0,3488	0,011251613	31	5,58	0,013	1,49538405	1,29167	2,787051	0,046451	0,4	473,6039	0,04739828		0,047398278
13	S (52-49)	0,0012	29,5	0,3416	0,011579661	29,5	8,28	0,013	2,18729999	1,22917	3,416467	0,056941	0,4	413,4856	0,05517552	0,992008	1,047183524
14	S (50-49)	0,0042	113	0,1173	0,001038053	113	15,3	0,013	13,4991861	4,70833	18,20752	0,303459	0,4	135,5252	0,06329442	0,04739828	0,110692696
15	S (47-48)	0,0051	116	0,1937	0,001669828	116	17,5	0,013	12,1738563	4,83333	17,00719	0,283453	0,4	141,8263	0,08043254		0,080432539
16	S (47-46)	0,0012	31,5	0,4374	0,013885714	31,5	10,1	0,013	2,43648195	1,3125	3,748982	0,062483	0,4	388,6598	0,05186276		0,051862763
17	S (46-45)	0,0054	121	0,1367	0,001129752	121	16,5	0,013	13,9546295	5,04167	18,9963	0,316605	0,4	131,7445	0,07910995	0,05186276	0,130972713
18	S (48-45)	0,0015	37,5	0,4381	0,011682667	37,5	8,2	0,013	2,15659601	1,5625	3,719096	0,061985	0,4	390,7391	0,06517529	1,23830876	1,303484048
19	S (44-43)	0,0009	30,5	0,1783	0,005845902	30,5	8,41	0,013	3,12677176	1,27083	4,397605	0,073293	0,4	349,436	0,03497156		0,034971559
20	S (44-41)	0,0033	71,5	1,213	0,016965035	71,5	20,9	0,013	4,56136519	2,97917	7,540532	0,125676	0,4	243,918	0,08950815		0,089508152
21	S (43-42)	0,003	71	1,344	0,018929577	71	17,5	0,013	3,61570946	2,95833	6,574043	0,109567	0,4	267,2741	0,08916263	1,46942832	1,558590952
22	S (42-41)	0,0009	29,5	0,4768	0,016162712	29,5	8,87	0,013	1,9833184	1,22917	3,212485	0,053541	0,4	430,8087	0,04311533	1,6480991	1,691214436
23	S (76-75)	0,0066	118	0,1647	0,001395763	118	7,35	0,013	5,59251915	4,91667	10,50919	0,175153	0,4	195,4936	0,14347664		0,143476638
24	S (75-74)	0,0009	31	0,4165	0,013435484	31	6,63	0,013	1,62597105	1,29167	2,917638	0,048627	0,4	459,3647	0,04597322	0,14347664	0,189449857
25	S (69-74)	0,0057	121	0,1772	0,001464463	121	11,4	0,013	8,46820991	5,04167	13,50988	0,225165	0,4	165,3526	0,10480707		0,104807068
26	S (72-73)	0,0048	117	0,1229	0,001050427	117	11,8	0,013	10,3496326	4,875	15,22463	0,253744	0,4	152,6912	0,08150045		0,081500448
27	S (72-71)	0,0012	33	0,4788	0,014509091	33	7,97	0,013	1,88089329	1,375	3,255893	0,054265	0,4	426,971	0,05697501		0,056975014
28	S (71-70)	0,0048	112	0,1242	0,001108929	112	12,2	0,013	10,4143934	4,66667	15,08106	0,251351	0,4	153,6587	0,08201689	0,05697501	0,138991904
29	S (73-70)	0,0012	33	0,5217	0,015809091	33	8,2	0,013	1,85390016	1,375	3,2289	0,053815	0,4	429,3473	0,05729211	0,37575737	0,433049481
30	S (69-68)	0,0036	45	2,296	0,051022222	45	3,87	0,013	0,48703169	1,875	2,362032	0,039367	0,4	528,8364	0,2117038		0,211703803
31	S (68-67)	0,0074	110	0,2156	0,00196	110	10	0,013	6,4209295	4,58333	11,00426	0,183404	0,4	189,5853	0,16317375	0,2117038	0,374877553
32	S (67-66)	0,00516	100	0,2275	0,002275	100	11,2	0,013	6,67503057	4,16667	10,8417	0,180695	0,4	191,4757	0,10986723	0,94691894	1,056786164
33	S (66-40)	0,0033	76,5	1,7219	0,022508497	76,5	14,3	0,013	2,70949734	3,1875	5,896997	0,098283	0,4	287,3588	0,1054492	1,05678616	1,162235364
34	S (40-39)	0,000225	9	1,1442	0,127133333	9	5,4	0,013	0,43051668	0,375	0,805517	0,013425	0,4	1083,417	0,02710708	2,94295795	2,970065037
35	S (83-82)	0,01742	22	0,4271	0,019413636	22	87,5	0,013	17,8517397	0,91667	18,76841	0,312807	0,4	132,8088	0,2572645		0,257264497
36	S (82-80)	0,02128	130	1,017	0,007823077	130	77	0,013	24,7473022	5,41667	30,16397	0,502733	0,4	96,79499	0,22904946	0,2572645	0,486313958
37	S (81-80)	0,0018	52	2,093	0,04025	52	11,7	0,013	1,65778748	2,16667	3,824454	0,063741	0,4	383,5296	0,07676728		0,076767283

Analisis Hidrolika

Analisis Kapasitas Saluran Eksisting

Analisis dimensi saluran yang dimaksudkan yaitu untuk mengetahui kapasitas debit air yang masuk ke dalam saluran. Apabila saluran tidak mampu menampung debit air yang ada, maka dilakukan perbaikan dimensi saluran agar mendapat dimensi saluran yang baru yang mampu menampung air yang masuk ke dalam saluran tersebut.

Untuk menghitung dimensi dan debit kapasitas ditinjau (saluran 35 – 33).

- Kedalaman Aliran
 $y = H - F$
 $= 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ m}$
- Luas penampang basah
 $A = B \cdot y$
 $= 0,6 \cdot 0,6 = 0,36 \text{ m}^2$
- Keliling basah
 $P = B + (2y)$
 $= 0,6 + (2 \cdot 0,6) = 1,8$

- Jari – jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,36}{1,8} = 0,2$$

- Kecepatan aliran

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,013} 0,2^{\frac{2}{3}} 0,00705814^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,21015008 \text{ m/detik}$$

- Debit kapasitas

$$Q = \frac{1}{n} A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,013} 0,36 \cdot 0,2^{\frac{2}{3}} \cdot 0,00705814^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0,795654028 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Debit rencana

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \times 0,4 \times 50,513 \times 0,36$$

$$= 4,825588707 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 7. Perhitungan kapasitas saluran eksisting

No	Saluran	S	Dimensi		F	y	A	P	n	R	V (m/det)	Qkaps (m ³ /det)	Debit Rencana	Keterangan
			B	H										
SUB SISTEM 1														
1	S (65-64)	0,015718681	0,3	0,3	0,2	0,1	0,03	0,5	0,013	0,06	1,47808316	0,044342495	0,108648391	TIDAK OK
2	G (64-57)													Gorong-gorong
3	S (63-62)	0,009818519	0,2	0,3	0,2	0,1	0,02	0,4	0,013	0,05	1,034490005	0,0206898	0,037650631	TIDAK OK
4	S (62-60)	0,003176812	0,2	0,3	0,2	0,1	0,02	0,4	0,013	0,05	0,588435745	0,011768715	0,201756248	TIDAK OK
5	S (61-60)	0,01671875	0,2	0,3	0,2	0,1	0,02	0,4	0,013	0,05	1,349911257	0,026998225	0,008326965	OK
6	G (60-59)													Gorong-gorong
7	S (58-59)	0,00336129	0,3	0,4	0,2	0,2	0,06	0,7	0,013	0,08571	0,866985433	0,052019126	0,038077233	OK
8	S (58-57)	0,0134625	0,3	0,4	0,2	0,2	0,06	0,7	0,013	0,08571	1,735088559	0,104105314	0,026863037	OK
9	S (57-56)	0,003706897	0,3	0,4	0,2	0,2	0,06	0,7	0,013	0,08571	0,910466605	0,054627996	0,172361022	TIDAK OK
10	S (59-56)	0,01515	0,3	0,4	0,2	0,2	0,06	0,7	0,013	0,08571	1,840624101	0,110437446	0,273043112	TIDAK OK
11	G (56-54)													Gorong-gorong
12	S (55-54)	0,013190769	0,3	0,4	0,2	0,2	0,06	0,7	0,013	0,08571	1,717488545	0,103049313	0,104120291	TIDAK OK
13	S (54-53)	0,0054	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	1,375226899	0,165027228	0,908806808	TIDAK OK
14	G (53-52)													Gorong-gorong
15	S (51-52)	0,001431776	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	0,708133226	0,084975987	0,083201197	OK
16	S (51-50)	0,011251613	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	1,985111337	0,23821336	0,047398278	OK
17	S (52-49)	0,011579661	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	2,013842034	0,241661044	1,047183524	TIDAK OK
18	S (50-49)	0,001038053	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	0,602958279	0,072354993	0,110692696	TIDAK OK
19	G (49-48)													Gorong-gorong
20	S (47-48)	0,001669828	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,13333	0,82038609	0,131261774	0,080432539	OK
21	S (47-46)	0,013885714	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,13333	2,365737666	0,378518027	0,051862763	OK
22	S (46-45)	0,001129752	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,13333	0,6747984	0,107967744	0,130972713	TIDAK OK
23	S (48-45)	0,011682667	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,13333	2,169968676	0,347194988	1,303484048	TIDAK OK
24	G (45-43)													Gorong-gorong
25	S (44-43)	0,005845902	0,5	0,6	0,2	0,4	0,2	1,3	0,013	0,15385	1,688652012	0,337730402	0,034971559	OK
26	S (44-41)	0,016965035	0,5	0,6	0,2	0,4	0,2	1,3	0,013	0,15385	2,87668156	0,575336312	0,089508152	OK
27	S (43-42)	0,018929577	0,5	0,6	0,2	0,4	0,2	1,3	0,013	0,15385	3,038679318	0,607735864	1,558590952	TIDAK OK
28	S (42-41)	0,016162712	0,5	0,6	0,2	0,4	0,2	1,3	0,013	0,15385	2,807834625	0,561566925	1,691214436	TIDAK OK
29	G (41-40)													Gorong-gorong
30	S (76-75)	0,001395763	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	0,699170787	0,083900494	0,143476638	TIDAK OK
31	S (75-74)	0,013435484	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	2,169222669	0,26030672	0,189449857	OK
32	S (69-74)	0,001464463	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	0,71617087	0,085940504	0,104807068	TIDAK OK
33	G (74-73)													Gorong-gorong
34	S (72-73)	0,001050427	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,13333	0,65067704	0,104108326	0,081500448	OK
35	S (72-71)	0,014509091	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,13333	2,418257665	0,386921226	0,056975014	OK
36	S (71-70)	0,001108929	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,13333	0,668550563	0,10696809	0,138991904	TIDAK OK
37	S (73-70)	0,015809091	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,13333	2,524270666	0,403883307	0,433049481	TIDAK OK

Analisis Kapasitas Gorong-gorong Eksisting

Analisis dimensi gorong-gorong yang dimaksudkan yaitu untuk mengetahui kapasitas debit air yang masuk kedalam gorong-gorong. Apabila gorong-gorong tidak mampu menampung debit air yang ada, maka dilakukan perbaikan dimensi gorong-gorong agar mendapat dimensi gorong-gorong yang baru yang mampu manampung air yang masuk kedalam gorong-gorong tersebut.

Untuk menghitung dimensi dan debit kapasitas, ditinjau gorong-gorong (38–35).

- Tinggi aliran di gorong-gorong
 $y = H - F$
 $= 0,7 - 0,2 = 0,5 \text{ m}$

- Luas penampang basah
 $A = B \cdot y$
 $= 0,6 \cdot 0,5 = 0,3 \text{ m}^2$

- Keliling basah
 $P = B + (2 \cdot y)$
 $= 0,6 + 2 \cdot 0,5 = 1,6 \text{ m}$

- Jari-jari hidraulis
 $R = \frac{A}{P}$
 $= \frac{0,3}{1,6} = 0,188 \text{ m}$

- Debit kapasitas
 $Q_{Kaps} = \mu \frac{1}{n} A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$
 $= 0,8 \frac{1}{0,013} 0,3 \cdot 0,188^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0671^{\frac{1}{2}}$
 $= 1,566073 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 9 Perhitungan dimensi gorong-gorong eksisting

No	Gorong-gorong	Dimensi		F	y	L	S	n	μ	A	P	R	Qkapasitas	Qrencana	Keterangan
		B	H												
1	G (64-57)	0,3	0,3	0,2	0,1	3,5	0,032857	0,013	0,8	0,03	0,5	0,06	0,05128814	0,108648	TIDAK OK
2	G (60-59)	0,2	0,3	0,2	0,1	2,5	0,2712	0,013	0,8	0,02	0,4	0,05	0,08698976	0,210083	TIDAK OK
3	G (56-54)	0,3	0,4	0,2	0,2	2,5	0,04232	0,013	0,8	0,06	0,7	0,08571	0,1476634	0,445404	TIDAK OK
4	G (53-52)	0,4	0,5	0,2	0,3	5,5	0,182873	0,013	0,8	0,12	1	0,12	0,76828647	0,908807	TIDAK OK
5	G (49-48)	0,4	0,5	0,2	0,3	5	0,10116	0,013	0,8	0,12	1	0,12	0,57141695	1,157876	TIDAK OK
6	G (45-43)	0,4	0,6	0,2	0,4	5	0,1614	0,013	0,8	0,16	1,2	0,13333	1,03239099	1,434457	TIDAK OK
7	G (41-40)	0,5	0,6	0,2	0,4	7,5	0,098387	0,013	0,8	0,2	1,3	0,15385	1,10841531	1,780723	TIDAK OK
8	G (74-73)	0,4	0,5	0,2	0,3	5	0,29432	0,013	0,8	0,12	1	0,12	0,97467224	0,294257	OK
9	G (70-67)	0,5	0,5	0,2	0,3	5	0,30592	0,013	0,8	0,15	1,1	0,13636	1,35261504	0,572041	OK
10	G (80-78)	0,4	0,4	0,2	0,2	4	0,06595	0,013	0,8	0,08	0,8	0,1	0,27238134	0,563081	TIDAK OK
11	G (38-35)	0,6	0,7	0,2	0,5	7,5	0,067053	0,013	0,8	0,3	1,6	0,1875	1,56607392	4,014914	TIDAK OK
12	G (33-31)	0,6	0,8	0,2	0,6	5	0,01236	0,013	0,8	0,36	1,8	0,2	0,84232243	4,911852	TIDAK OK
13	G (27-26)	0,4	0,6	0,2	0,4	5,5	0,152436	0,013	0,8	0,16	1,2	0,13333	1,00331368	0,302266	OK
14	G (19-23)	0,4	0,6	0,2	0,4	5,5	0,163673	0,013	0,8	0,16	1,2	0,13333	1,0396343	0,345053	OK
15	G (32-13)	0,7	0,8	0,2	0,6	5,5	0,019236	0,013	0,8	0,42	1,9	0,22105	1,31055285	5,857884	TIDAK OK
16	G (16-14)	0,4	0,6	0,2	0,4	5,5	0,071655	0,013	0,8	0,16	1,2	0,13333	0,68788258	0,144562	OK
17	G (2-6)	0,6	0,6	0,2	0,4	6,5	0,089523	0,013	0,8	0,24	1,4	0,17143	1,36368537	0,701746	OK
18	G (7-8)	0,6	0,6	0,2	0,4	7,5	0,120773	0,013	0,8	0,24	1,4	0,17143	1,58391622	0,990165	OK
19	G (9-10)	0,7	0,8	0,2	0,6	5,5	0,118309	0,013	0,8	0,42	1,9	0,22105	3,25014031	7,282117	TIDAK OK
20	G (158-11)	0,5	0,5	0,2	0,3	5,5	0,058055	0,013	0,8	0,15	1,1	0,13636	0,5892348	0,080773	OK
21	G (12-152)	0,7	0,8	0,2	0,6	5,5	0,019236	0,013	0,8	0,42	1,9	0,22105	1,310552854	7,434594407	TIDAK OK
22	G (86-88)	0,7	0,8	0,2	0,6	3,5	0,073857	0,013	0,8	0,42	1,9	0,22105	2,567966198	0,364385138	OK
23	G (90-92)	0,7	0,8	0,2	0,6	4,5	0,035222	0,013	0,8	0,42	1,9	0,22105	1,773378455	0,939770235	OK
24	G (93-94)	0,8	0,9	0,2	0,7	5	0,01116	0,013	0,8	0,56	2,2	0,25455	1,462211931	0,99195413	OK
25	G (95-127)	0,8	0,9	0,2	0,7	5	0,01618	0,013	0,8	0,56	2,2	0,25455	1,760627514	0,99195413	OK
26	G (98-100)	0,5	0,7	0,2	0,5	5	0,01888	0,013	0,8	0,25	1,5	0,16667	0,640206587	0,197350749	OK
27	G (102-104)	0,5	0,9	0,2	0,7	5	0,01686	0,013	0,8	0,35	1,9	0,18421	0,905426275	0,358260297	OK
28	G (106-108)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,00276	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	1,015146365	0,481260363	OK
29	G (110-112)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,00772	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	1,697785316	0,621776241	OK
30	G (114-116)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,00442	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	1,284651291	0,771259214	OK
31	G (118-120)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,01254	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	2,163828772	0,928734386	OK
32	G (122-124)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,02122	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	2,814795271	1,088378791	OK
33	G (126-150)	1,3	1,4	0,2	1,2	6,5	0,018446	0,013	0,8	1,56	3,7	0,42162	7,331160527	3,357697566	OK
34	G (129-131)	0,5	0,6	0,2	0,4	5	0,08338	0,013	0,8	0,2	1,3	0,15385	1,020387989	0,093891567	OK
35	G (133-135)	0,6	0,6	0,2	0,4	3,5	0,020086	0,013	0,8	0,24	1,4	0,17143	0,645937236	0,23060708	OK
36	G (137-138)	0,6	0,6	0,2	0,4	4	0,0587	0,013	0,8	0,24	1,4	0,17143	1,104245736	0,288111313	OK
37	G (140-142)	0,8	0,7	0,2	0,5	5,5	0,023091	0,013	0,8	0,4	1,8	0,22222	1,372309698	0,441340214	OK
38	G (144-146)	0,8	0,7	0,2	0,5	5,5	0,015364	0,013	0,8	0,4	1,8	0,22222	1,119382793	0,642382489	OK
39	G (148-150)	0,8	1	0,2	0,8	5,5	0,012327	0,013	0,8	0,64	2,4	0,26667	1,811642911	1,03459898	OK
40	G (160-153)	0,3	0,3	0,2	0,1	9,5	0,033579	0,013	0,8	0,03	0,5	0,06	0,051848428	0,218322301	TIDAK OK

Analisis Kapasitas Gorong-gorong rencana

Gorong-gorong yang direncanakan berbentuk persegi, namun dimensinya disesuaikan sehingga dapat menampung debit air yang melewati gorong-gorong. Contohnya pada gorong-gorong G(38-35) direncanakan gorong-gorong dengan tinggi = 1 m dan lebar = 0,8 m, dengan koefisien debit (μ) = 0,8 untuk gorong-gorong berbentuk persegi dengan bangunan gorong-gorong tidak berada di atas saluran,

- Tinggi aliran di gorong-gorong

$$y = H - F$$

$$= 1 - 0,2 = 0,8 \text{ m}$$

- Luas penampang basah

$$A = B \cdot y$$

$$= 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ m}^2$$

- Keliling basah

$$P = B + (2 \cdot y)$$

$$= 0,8 + (2 \cdot 0,8) = 2,4 \text{ m}$$

- Jari-jari hidraulis

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,64}{2,4} = 0,267 \text{ m}$$

- Debit kapasitas

$$Q_{Kaps} = \mu \frac{1}{n} A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0,8 \frac{1}{0,013} 0,64 \cdot 0,267^{\frac{2}{3}} \cdot 0,06705^{\frac{1}{2}}$$

$$= 4,2252196 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 10 Perhitungan dimensi gorong-gorong rencana

No	Gorong-gorong	Dimensi		F	y	L	S	n	μ	A	P	R	Qkapasitas	Qrencana	Keterangan
		B	H												
1	G (64-57)	0,4	0,4	0,2	0,2	3,5	0,032857	0,013	0,8	0,08	0,8	0,1	0,1922582	0,1086484	OK
2	G (60-59)	0,3	0,4	0,2	0,2	2,5	0,2712	0,013	0,8	0,06	0,7	0,08571	0,3738048	0,2100832	OK
3	G (56-54)	0,5	0,5	0,2	0,3	2,5	0,04232	0,013	0,8	0,15	1,1	0,13636	0,503087	0,4454041	OK
4	G (53-52)	0,5	0,5	0,2	0,3	5,5	0,182873	0,013	0,8	0,15	1,1	0,13636	1,0457906	0,9088068	OK
5	G (49-48)	0,5	0,7	0,2	0,5	5	0,10116	0,013	0,8	0,25	1,5	0,16667	1,4819159	1,1578762	OK
6	G (45-43)	0,5	0,7	0,2	0,5	5	0,1614	0,013	0,8	0,25	1,5	0,16667	1,8718494	1,4344568	OK
7	G (41-40)	0,6	0,7	0,2	0,5	7,5	0,098387	0,013	0,8	0,3	1,6	0,1875	1,8970125	1,7807226	OK
8	G (74-73)	0,4	0,5	0,2	0,3	5	0,29432	0,013	0,8	0,12	1	0,12	0,9746722	0,2942569	OK
9	G (70-67)	0,5	0,5	0,2	0,3	5	0,30592	0,013	0,8	0,15	1,1	0,13636	1,352615	0,5720414	OK
10	G (80-78)	0,6	0,7	0,2	0,5	4	0,06595	0,013	0,8	0,3	1,6	0,1875	1,5531359	0,5630812	OK
11	G (38-35)	0,8	1	0,2	0,8	7,5	0,067053	0,013	0,8	0,64	2,4	0,26667	4,2252196	4,0149137	OK
12	G (33-31)	1,2	1,4	0,2	1,2	5	0,01236	0,013	0,8	1,44	3,6	0,4	5,3484141	4,9118516	OK
13	G (27-26)	0,4	0,6	0,2	0,4	5,5	0,152436	0,013	0,8	0,16	1,2	0,13333	1,0033137	0,3022664	OK
14	G (19-23)	0,4	0,6	0,2	0,4	5,5	0,163673	0,013	0,8	0,16	1,2	0,13333	1,0396343	0,3450532	OK
15	G (32-13)	1,2	1,3	0,2	1,1	5,5	0,019236	0,013	0,8	1,32	3,4	0,38824	5,995776	5,8578837	OK
16	G (16-14)	0,4	0,6	0,2	0,4	5,5	0,071655	0,013	0,8	0,16	1,2	0,13333	0,6878826	0,1445624	OK
17	G (2-6)	0,6	0,6	0,2	0,4	6,5	0,089523	0,013	0,8	0,24	1,4	0,17143	1,3636854	0,7017463	OK
18	G (7-8)	0,6	0,6	0,2	0,4	7,5	0,120773	0,013	0,8	0,24	1,4	0,17143	1,5839162	0,9901651	OK
19	G (9-10)	1,2	0,9	0,2	0,7	5,5	0,118309	0,013	0,8	0,84	2,6	0,32308	8,3715448	7,2821173	OK
20	G (158-11)	0,5	0,5	0,2	0,3	5,5	0,058055	0,013	0,8	0,15	1,1	0,13636	0,5892348	0,0807729	OK
21	G (12-152)	1,4	1,3	0,2	1,1	5,5	0,019236	0,013	0,8	1,54	3,6	0,42778	7,4623278	7,4345944	OK
22	G (86-88)	0,7	0,8	0,2	0,6	3,5	0,073857	0,013	0,8	0,42	1,9	0,22105	2,567966198	0,364385138	OK
23	G (90-92)	0,7	0,8	0,2	0,6	4,5	0,035222	0,013	0,8	0,42	1,9	0,22105	1,773378455	0,939770235	OK
24	G (93-94)	0,8	0,9	0,2	0,7	5	0,01116	0,013	0,8	0,56	2,2	0,25455	1,462211931	0,99195413	OK
25	G (95-127)	0,8	0,9	0,2	0,7	5	0,01618	0,013	0,8	0,56	2,2	0,25455	1,760627514	0,99195413	OK
26	G (98-100)	0,5	0,7	0,2	0,5	5	0,01888	0,013	0,8	0,25	1,5	0,16667	0,640206587	0,197350749	OK
27	G (102-104)	0,5	0,9	0,2	0,7	5	0,01686	0,013	0,8	0,35	1,9	0,18421	0,905426275	0,358260297	OK
28	G (106-108)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,00276	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	1,015146365	0,481260363	OK
29	G (110-112)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,00772	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	1,697785316	0,621776241	OK
30	G (114-116)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,00442	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	1,284651291	0,771259214	OK
31	G (118-120)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,01254	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	2,163828772	0,928734386	OK
32	G (122-124)	0,9	1	0,2	0,8	5	0,02122	0,013	0,8	0,72	2,5	0,288	2,814795271	1,088378791	OK
33	G (126-150)	1,3	1,4	0,2	1,2	6,5	0,018446	0,013	0,8	1,56	3,7	0,42162	7,331160527	3,357697566	OK
34	G (129-131)	0,5	0,6	0,2	0,4	5	0,08338	0,013	0,8	0,2	1,3	0,15385	1,020387989	0,093891567	OK
35	G (133-135)	0,6	0,6	0,2	0,4	3,5	0,020086	0,013	0,8	0,24	1,4	0,17143	0,645937236	0,23060708	OK
36	G (137-138)	0,6	0,6	0,2	0,4	4	0,0587	0,013	0,8	0,24	1,4	0,17143	1,104245736	0,28811313	OK
37	G (140-142)	0,8	0,7	0,2	0,5	5,5	0,023091	0,013	0,8	0,4	1,8	0,22222	1,372309698	0,441340214	OK
38	G (144-146)	0,8	0,7	0,2	0,5	5,5	0,015364	0,013	0,8	0,4	1,8	0,22222	1,119382793	0,642382489	OK
39	G (148-150)	0,8	1	0,2	0,8	5,5	0,012327	0,013	0,8	0,64	2,4	0,26667	1,811642911	1,03459898	OK
40	G (156-152)	0,4	0,4	0,2	0,2	7,5	0,00904	0,013	0,8	0,08	0,8	0,1	0,100844954	0,081200858	OK
41	G (160-153)	0,4	0,5	0,2	0,3	9,5	0,033579	0,013	0,8	0,12	1	0,12	0,329216998	0,218322301	OK

Pembahasan

Analisis Hidrologi

Untuk menemukan data statistik yang menyimpang dari kumpulan datanya dilakukan analisis terhadap kualitas data berupa uji *outlier*. Dan dalam uji *outlier* tidak terdapat data yang menyimpang. Setelah itu dilakukan analisis frekuensi untuk mengetahui hujan rencana dan tipe distribusi yang digunakan dengan melihat syarat-syarat tipe distribusi.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan data yang telah dikoreksi didapat Standar deviasi (s) = 35,37971, Koefisien variasi (Cv) = 0,27295, Koefisien kemencengan (Cs) = 0,54299, dan Koefisien kurtosis (Ck) = 2,73462 dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi Log-Person III, karena data yang ada tidak memenuhi ketiga distribusi yang ada, yaitu: distribusi normal, distribusi log normal dan distribusi Gumbel.

Hujan rencana yang ada didapat dari hasil analisis adalah $X_{TR} = 176,5284731$ mm. Untuk mengetahui debit rencana digunakan persamaan rasional untuk mencari debit rencana Q (m^3/det) = $0,278 C I A_{dps}$, karena dalam perhitungan diperlukan intensitas curah hujan dengan rumus Mononobe berdasarkan waktu konsentrasi, maka diperlukan juga waktu konsentrasi.

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui kondisi saluran eksisting yang ada di lokasi penelitian apakah mampu menampung debit air yang masuk di saluran tersebut dengan berdasarkan pada syarat $Q_{kapasitas} > Q_{rencana}$.

Dari analisis yang dilakukan terhadap drainase yang sudah ada, terdapat beberapa

saluran yang tidak mampu menampung debit air di saluran tersebut, hal ini diakibatkan karena terjadinya pendangkalan saluran dan beberapa tidak mempunyai saluran. Maka perlu dilakukan perbaikan-perbaikan serta penambahan saluran drainase baru dan penambahan pembuatan gorong-gorong di lokasi penelitian, karena banyak dari saluran yang fungsinya tidak berjalan dengan baik, maka dari itu dengan melihat permasalahan yang ada dilakukan analisis hidrolika. Hal yang dilakukan berdasarkan hasil analisis adalah sebagai berikut:

- Membuat sistem drainase yang baru.
- Pembuatan ruas saluran baru, Perubahan dimensi saluran drainase terhadap saluran eksisting yang ada.
- Pembuatan gorong-gorong baru.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka disimpulkan:

1. Dari seratus dua puluh sembilan ruas saluran eksisting yang ada terdapat tiga puluh enam saluran yang harus dirubah dimensinya.
2. Penambahan enam ruas saluran baru.
3. Dari empat puluh gorong-gorong eksisting, empat belas perlu dilakukan perubahan dimensi.
4. Penambahan satu gorong-gorong baru.

Saran

Perlu adanya perawatan saluran secara rutin oleh masyarakat setempat seperti kerja bakti membersihkan saluran juga pemeliharaan secara berkala terhadap seluruh komponen yang ada pada sistem drainase.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Sumber Daya Air Satuan Kerja Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2008. Publikasi Hidrologi Propinsi Sulawesi.

Direktorat PLP Dept PU, 2012. Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan, hal 24.

Direktorat Jendral Pengairan Dept PU, 1986. Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Standar Perencanaan Irigasi KP-04, hal 100; 103.

Lengkong Jeanifer, Jeffry S. F. Sumarauw, Eveline M. Wuisan, 2018. *Penataan Sistem Saluran Drainase di Kompleks Perumahan Minanga Permai Kelurahan Malalayang Dua Kecamatan Malalayang Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Volume 6 Nomor 5. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.

Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Nova, Bandung, hal 37.

Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta, hal 7; 20-21; 27-28; 30-31; 41-42; 67-68; 145.

Halaman ini sengaja dikosongkan